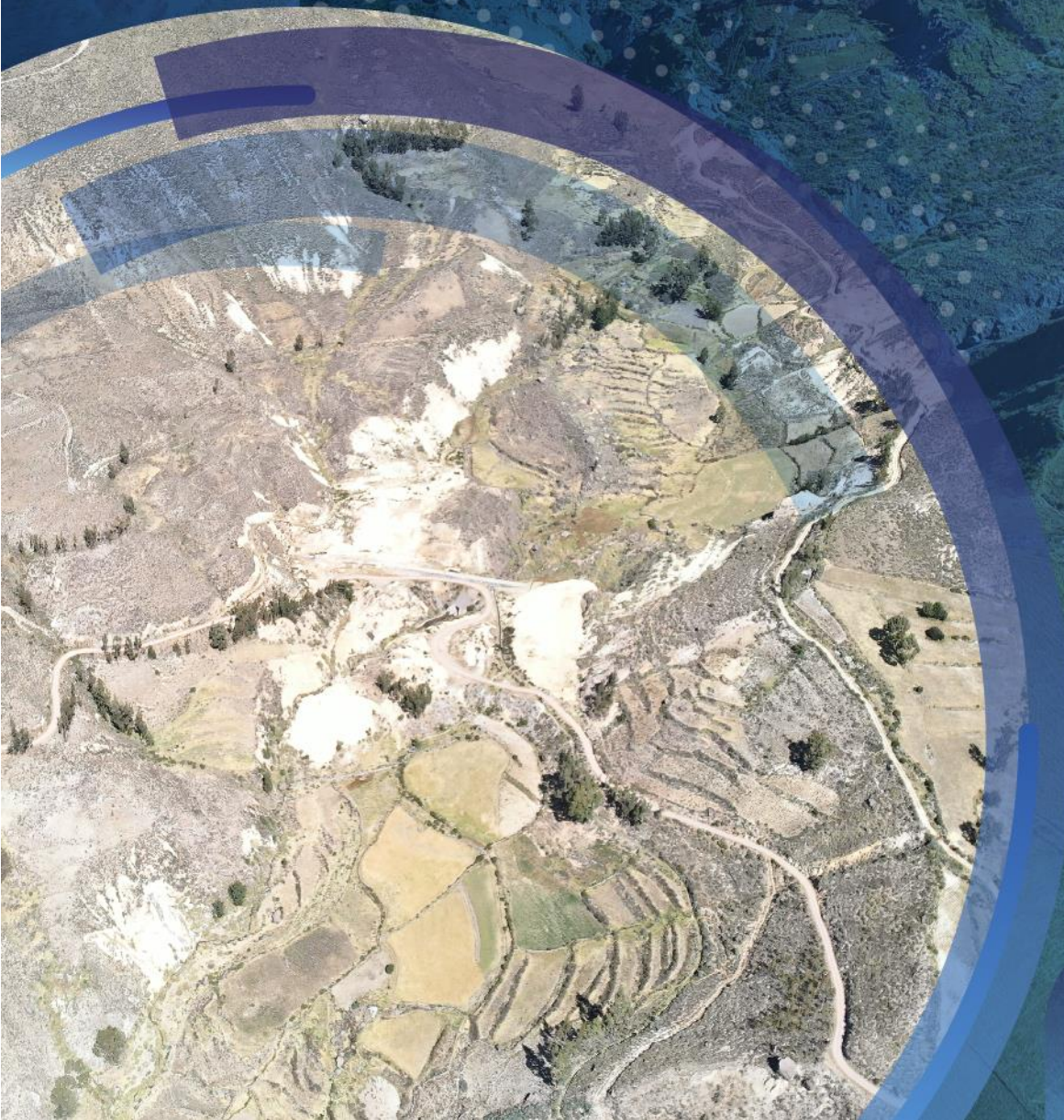


Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

**Opinión Técnica N° 5-2023**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL DESLIZAMIENTO DE ACHOMA Y EL SECTOR COLLPANE

Departamento Arequipa  
Provincia Caylloma  
Distrito Achoma



Julio  
2023



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. UBICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES.....</b>	<b>2</b>
<b>4. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS .....</b>	<b>3</b>
<b>5. ASPECTO HIDROLÓGICO .....</b>	<b>4</b>
<b>6. PELIGRO GEOLÓGICO.....</b>	<b>5</b>
<b>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>10</b>
<b>8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
<b>ANEXO 1: MAPAS Y FIGURAS .....</b>	<b>13</b>
<b>ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DEL PELIGRO POR MOVIMIENTOS EN MASA .....</b>	<b>19</b>

## OPINIÓN TÉCNICA

### “EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL DESLIZAMIENTO DE ACHOMA Y EL SECTOR COLLPANE”

Distrito Achoma, provincia Caylloma, departamento Arequipa

#### 1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico, desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional”, de esta manera, contribuye al reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables, para los tres niveles de gobierno.

Atendiendo la solicitud del Gobierno Regional de Arequipa, según el oficio N° 343 - 2023-GRA/ORGRDDN; es en el marco de nuestras competencias que se realiza la opinión técnica del deslizamiento de Achoma y del sector Collpane, como complemento a los informes técnicos siguientes.

- a) Informe Técnico; N° A7066. “Deslizamiento de Achoma ocurrido el 18 de junio del 2020. Región Arequipa, provincia Caylloma, distrito Achoma” <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2696>
- b) Informe Técnico; N° A7115. “Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en los distritos de Achoma (sector Collpane), Yanque (sector Chacapi), e Ichupampa (sectores Anansaya, Urinsaya y Linde). Región Arequipa, provincia Caylloma” <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3068>
- c) Informe Técnico; N° A7129. “Monitoreo del deslizamiento de Achoma. Distrito de Achoma, provincia de Caylloma, región Arequipa” <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3088>

Con la finalidad de recabar información actualizada, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó a los ingenieros Yhon Soncco Calsina, Yeny Ccorimanya Challco y Domingo Ramos Palomino; para la elaboración de la opinión técnica; en base a la información de los informes técnicos antes mencionados y la visita de campo a las áreas de interés, realizado el 10 de junio del presente.

Los materiales que constituyen la zona del deslizamiento en el sector de Achoma están constituidos por depósitos lacustres. Se trata de intercalaciones de limoarcillitas de color pardo oscuro con laminación paralela, niveles de areniscas no litificadas de color gris con laminaciones paralelas y oblicuas. Hacia el tope se observan niveles de conglomerados polimícticos. Desde el punto de vista ingeniero geológico los depósitos son de mala calidad geomecánica, resistencia compresiva blanda a media (5 - 30 Mpa), muy fracturadas, alteradas por sectores y moderadamente meteorizadas.

En el sector Collpane se han identificado reactivaciones de deslizamientos antiguos; por la presencia de filtraciones de agua, principalmente las abundantes surgencias de agua, bofedales y lagunas en la parte alta de Collpane; así como también del canal Majes, que presenta rupturas en algunos sectores. Las filtraciones de agua están saturando los terrenos e inestabilizando las laderas; características de valles geodinámicamente activos.

## 2. UBICACIÓN

Las áreas de estudio se ubican en el distrito de Achoma, provincia de Caylloma y departamento Arequipa.

La primera área evaluada se encuentra en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 19S) siguientes:

**Tabla 1.** Coordenadas del área evaluado en el deslizamiento de Achoma

Punto	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	211597	8267495	-15.654124°	-71.690137°
2	213022	8266683	-15.661620°	-71.676951°
3	213037	8265687	-15.670616°	-71.676928°
4	211316	8266599	-15.662184°	-71.692862°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
Punto Central	211949	8266555	-15.662653°	-71.686967°

La segunda área evaluada se encuentra en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 19S) siguientes:

**Tabla 2.** Coordenadas del área evaluado en el sector Collpane

Punto	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	211423	8264301	-15.682948°	-71.692136°
2	212068	8264302	-15.683013°	-71.686124°
3	212070	8263649	-15.688910°	-71.686182°
4	211426	8263650	-15.688828°	-71.692185°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
Punto Central	211753	8263971	-15.685966°	-71.689099°

## 3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

- a) *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Deslizamiento de Achoma ocurrido el 18 de junio del 2020. Distrito Achoma, provincia Caylloma, región Arequipa. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7066.* El autor concluye que el movimiento en masa se trata de un deslizamiento de tipo rotacional con desplazamiento retrogresivo. El evento afectó 40 hectáreas de terreno de cultivo, el material se deslizó en dirección del río Colca, donde formó un dique natural. Asimismo, los factores condicionantes son: 1) Incompetencia del material no consolidado, conformado por depósitos de conglomerados de origen fluvial-lacustre intercalados con capas de arenas y limoarcillitas. Las observaciones de campo permitieron corroborar que este último se encuentra saturados de agua. 2) Influencia de las aguas subterráneas (ojos de agua, manantiales, surgencias, bofedales).
- b) *Zavala, B.; Vela, J.; Taipe, E. & Astete, I. (2020). Origen y respuesta al deslizamiento y embalse del río Colca en tiempos de COVID 19 (18 de junio 2020) en sedimentos del "paleo-lago Colca", Geoparque Mundial de la UNESCO Colca y Volcanes de Andagua, Perú. Geovivencias (1): 51-62.* El Geoparque Colca y Volcanes de Andagua es un territorio con una geodinámica activa. Volcanes, fallas y deslizamientos activos caracterizan su geodiversidad. Seis poblados del geoparque están asentados sobre depósitos aluvio-lacustres del

“paleolago Colca”, originado por una avalancha volcánica que represó el río Colca hace más de 0.8 Ma. Estos sedimentos susceptibles a deslizamientos afectan recurrentemente zonas urbanas y agrícolas en Maca, Madrigal, Lari e Ichupampa. El 18 de junio del 2020, un deslizamiento se sumó a esta historia geodinámica del geoparque, afectando terrenos agrícolas de otro distrito: Achoma. Asimismo, el autor menciona que las primeras poblaciones que ocuparon el Geoparque Mundial de la UNESCO Colca y Volcanes de Andagua (GMU-CVA), “Collaguas” y “Cabanas”, encontraron terrenos fértiles para la agricultura, pero a la vez inestables. Redujeron sus efectos construyendo terrazas o andenerías, con estructuras de drenaje a fin de evitar la saturación de suelos, la inestabilidad de laderas y mitigar los daños en sus tierras.

- c) *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). Monitoreo del deslizamiento de Achoma. Distrito Achoma, provincia Caylloma, región Arequipa. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7129.* El autor concluye que el deslizamiento de Achoma, constituye una **Zona Crítica de Muy Alto Peligro**, ya que, debido a sus características geológicas, geomecánicas y a los factores externos como intensas precipitaciones pluviales, socavamiento del río Colca al pie del deslizamiento, la actividad sísmica local y la actividad antrópica (malas prácticas de riego), hacen que este deslizamiento pueda acelerar su actividad y volver a represar el río Colca, así como también continuar afectando terrenos de cultivo e infraestructura ubicados en el área.
- d) *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). Evaluación de peligros geológicos en los Distritos de Achoma (sector Collpane), Yanque (sector Chacapi), e Ichupampa (sectores Anansaya, Urinsaya y Linde), Distrito Achoma, provincia Caylloma, región Arequipa. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7115.* Los deslizamientos antiguos en el sector Collpane, han generado depósitos que se encuentran suspendidos en las laderas, que al saturarse de agua se vuelven inestables. La reactivación de los deslizamientos está condicionada por la infiltración de agua que satura los terrenos. Asimismo, el incremento de surgencias de agua podría estar ligado a fugas de agua a través de grietas desde el canal Majes, el cual cruza este sector a profundidad. También, la aparición de grietas un tramo 9 del canal Majes está ligado al movimiento normal de la falla Chachas-Cabanaconde-Patapampa, que cruza este sector. Así como de deslizamientos activos en la zona.

#### 4. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

**Sector deslizamiento de Achoma:** El substrato está constituida por intercalaciones de limoarcillitas de color pardo oscuro con laminación paralela, niveles de areniscas no litificadas de color gris con laminaciones paralelas y oblicuas (Formación Colca); hacia el tope se observan niveles de conglomerados polimícticos con diámetros de clastos que varían entre 1 - 50 cm, de formas sudredondeados a redondeados (figura 1). Esta secuencia corresponde a una zona de transición entre los depósitos finos del lago y los depósitos aluviales y fluviales provenientes de las márgenes de la cuenca, por consiguiente, esta secuencia sedimentológicamente corresponde a un medio lacustre (Zavala, et al., 2012).

Desde el punto de vista geotécnico estos depósitos son de mala calidad geomecánica,

de resistencia compresiva blanda a media (5 - 30 Mpa), muy fracturadas, alteradas por sectores y moderadamente meteorizadas (Zavala, et al., 2012).

Desde el punto de vista geomorfológico, el área evaluada del deslizamiento de Achoma se ubica en una terraza alta aluvial que son terrenos con pendientes bajas a subhorizontales. La terraza tiene una altura promedio respecto al río Colca de 110 m. Representan niveles antiguos inconsolidados de materiales aluviales, con procesos erosivos y de socavamiento del río Colca al pie del deslizamiento como consecuencia de la profundización del valle. Siendo esta última característica, la que genera una mayor susceptibilidad a movimientos en masa.



**Figura 1.** Unidad geológica en el deslizamiento Achoma. UTM E: 211969, N: 8266511.

**El sector Collpane:** Está conformada por secuencias piroclásticas de cenizas de coloración gris y flujos de lava de coloración gris oscuro, los primeros se encuentran moderadamente meteorizadas y fracturadas, por lo cual son de mala calidad y de fácil erosión. Los flujos de lava se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturados. Producto de la meteorización se evidencian suelos residuales. Geomorfológicamente está dentro de la unidad montaña y colina en roca volcánica y vertiente con depósito de deslizamiento erraza alta aluvial.

En la zona se presenta la falla Chachas-Cabanaconde-Patapampa que cruza el sector, el cual es considerado activo, este presenta una longitud de 80 km con un rumbo al NO-SE y dirección de buzamiento SO. Cruza el valle del Colca y es visible en la meseta volcánica tanto de la margen derecha e izquierda del río Colca entre 4000 a 4800 m s.n.m., desde Patapampa hasta Cabanaconde. Se observa los depósitos de avalancha del flanco norte del Hualca Hualca desplazados con movimientos de tipo normal, el escarpe principal tiene 8 m de desnivel, (Benavente et al.,2017).

## 5. ASPECTO HIDROLÓGICO

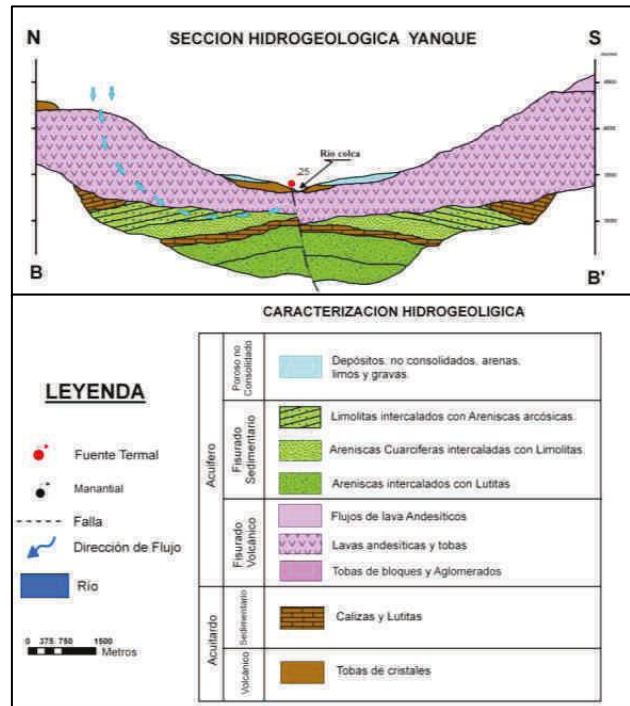
Los flujos de lava recientes, productos del volcán Hualca Hualca tienen permeabilidad secundaria adquirida por el enfriamiento de las lavas durante su emplazamiento, estos favorecen la infiltración de aguas de lluvia y circulación a través de las fracturas por lo cual se caracteriza como acuíferos volcánicos. Los depósitos de avalanchas de escombros, atribuidos al colapso del flanco norte del volcán Hualca Hualca (Mariño et at, 2010), los depósitos aluviales, fluviales y los depósitos coluviales son porosos, no



consolidados, tienen matriz limo arenosa de baja permeabilidad y son favorables para la formación de acuíferos, Peña et al (2010). (**revisar anexo 1 - mapa 1**).

Para evaluar las características hidrogeológicas del valle del Colca se han inventariado 64 fuentes de aguas subterráneas; de los cuales 10 son fuentes termales, 1 galería filtrante, 1 géiser, 46 manantiales y 6 puntos de control.

Para entender el comportamiento hidrogeológico de las aguas frías y termales, en inmediaciones del sector Achoma-Yanque. Se debe considerar la sección hidrogeológica B-B', donde las aguas que circulan por medio del acuífero volcánico infiltran a profundidades superiores a 2500 metros adquiriendo alta temperatura (41°C). Estas aguas en profundidad entran en contacto con areniscas y lutitas del Grupo Yura, (figura 2) donde adquieren predominancia sulfatada sódica, sin descartar que también tengan contacto con calizas, lutitas y rocas relacionadas a fluidos hidrotermales. Los niveles de descarga del piso impermeable lo forman los acuitardos sedimentarios cuya surgencia se produce por medio de una falla inferida de dirección este oeste. Esta fuente aflora en la margen derecha del río Colca a 17 m del cauce del río.



**Figura 2.** Secciones hidrogeológicas transversales al valle del Colca, modificado de Peña et al, (2010).

Durante los trabajos de campo, se identificaron una serie de bofedales y lagunas en la parte alta del sector Collpane. Aguas provenientes del acuífero descrito por Peña et al (2010), (**revisar anexo 1 - figuras 8 y 9**).

Esto definitivamente aclara, que la principal procedencia de las aguas que surgen en las laderas y piso del valle del Colca, en inmediaciones de Achoma, provienen desde las partes altas del valle. Asimismo, el incremento de surgencias de agua en la parte baja de Collpane, está ligado en menor medida a fugas de agua a través de grietas desde el canal Majes, el cual cruza este sector a profundidad. Sobre estas fugas de agua el INGGEMMET recomendó, que las instituciones encargadas del mantenimiento del Canal Majes, deben realizar una inspección en el canal en inmediaciones del túnel número 9. Reparar las fisuras en el canal de ser el caso. Informe técnico N°A7115, INGGEMMET (2021).

## 6. PELIGRO GEOLÓGICO

### 5.1 Deslizamientos Achoma

El deslizamiento de Achoma está ubicado en la margen izquierda del río Colca. Se trata de un deslizamiento rotacional con desplazamiento retrogresivo. El evento ocurrió el 18 de junio a horas 01:42 a.m. Una gran masa de terrenos de cultivo se deslizó en dirección del río Colca, formando un dique natural y provocando el represamiento de las aguas

del río. El dique tiene una altura de 75 m, longitud de 1140 m, área de 165,135 m<sup>2</sup> y volumen de 5 438,675 m<sup>3</sup>. (**revisar anexo 1 - mapa 2**).

La escarpa principal del deslizamiento es de forma cóncava, tiene alturas entre 100 a 150 m con longitud de 950 m de y desplazamiento (desde la escarpa hasta el río Colca) en 500 m, siendo el área total del deslizamiento de 40 ha y un volumen de 14 447,730 m<sup>3</sup>. Informe técnico N° A7066.

La carretera principal Achoma - Maca se encuentra a 370 m del cuerpo del deslizamiento de Achoma (**revisar anexo 1 - figuras 6 y 7**). El comportamiento del deslizamiento amenaza con generar desprendimientos que podrían llegar a afectar la carretera. Además, a menos de 200 m de la escarpa, se encuentran minifundios donde habitan familias que se dedican a la agricultura y ganadería. Informe técnico N° A7066.

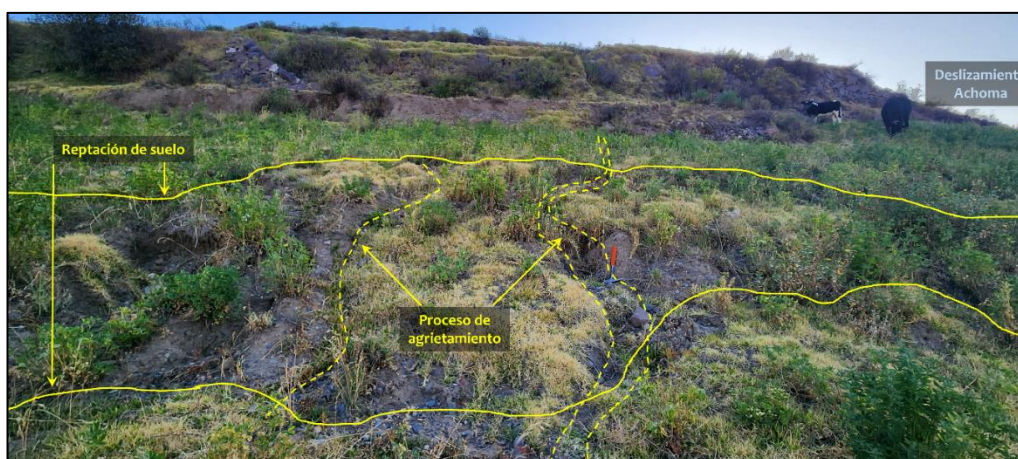
### Factores condicionantes

- Incompetencia del material no consolidado, conformado por depósitos de conglomerados de origen fluvial-lacustre intercalados con capas de arenas y limoarcillitas. Las observaciones de campo permitieron corroborar que los depósitos de limoarcillitas se encuentran saturados de agua.
- Influencia de las aguas subterráneas (surgencias, ojos de agua, manantiales, bofedales).

### Factores desencadenantes

- Influencia Antrópica: El tipo de riego en el sector de Achoma es por inundación. Además, se observa que los canales no se encuentran revestidos.
- Esto genera infiltraciones de agua y un efecto perjudicial sobre los suelos no consolidados y el avance del deslizamiento.
- Precipitaciones: El periodo de precipitaciones juega un rol importante en la aceleración o desaceleración del deslizamiento, principalmente cuando los valores son muy altos.

En la actualidad, en la inspección de campo al deslizamiento Achoma de fecha 10 de junio 2023, se ha identificado procesos de agrietamiento en el punto UTM E: 212138, N: 8266411. Además de procesos de reptación de suelos y flujo de tierra en el punto UTM E: 212162, N: 8266420. Indicativo de que los terrenos siguen saturados, (figura 3).



**Figura 2.** Reptación de suelos y agrietamientos, coordenadas UTM E: 212138, N: 8266411.



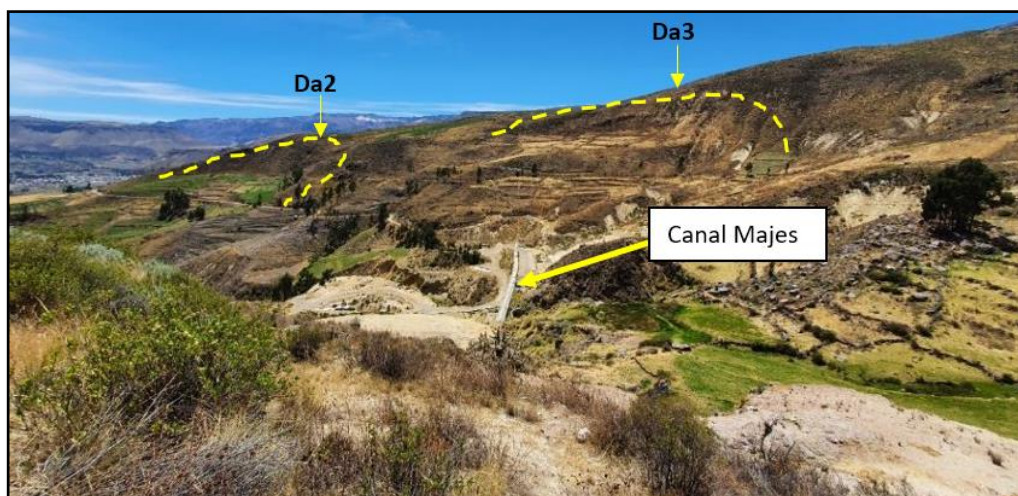
## 5.2 Sector Collpane

En el 2021 el INGEMMET, identificó cinco deslizamientos antiguos en el sector Collpane, uno de ellos fue denominado, **deslizamiento antiguo 3 (Da3)**, el cual se trata de un deslizamiento rotacional, su corona es de forma irregular, con escarpe parcialmente erosionado y cubierto por vegetación, informe técnico N°A7115, INGEMMET.

En abril y mayo del presente, se evidenciaron una serie de agrietamientos en la margen derecha de la quebrada Collpane, parte alta del canal Majes. Estos están condicionados por la presencia de un deslizamiento antiguo, que generó depósitos no consolidados y terrenos con pendientes muy fuerte (25°- 45°) y escarpados (> 45°); así como la presencia de filtraciones de agua debido a las surgencias de agua (bofedales y lagunas) en la parte alta de Collpane. El sector se consideró de **“Peligro Muy Alto”** frente a deslizamientos, según el informe técnico N°A7115, INGEMMET (2021).

En junio del presente año, nuevos trabajos de campo permitieron ver la situación actual del peligro geológico por deslizamiento. Se contrastó el estado de los deslizamientos. De esta manera se confirmó la reactivación del deslizamiento Da3, (figura 4). Se evidenciaron grietas con aperturas que varían entre 1 cm y 30 cm, extendidas con longitudes de hasta 500 m, siguiendo una forma de herradura, que exhibe un deslizamiento rotacional antiguo. El cual posee las siguientes características: (**revisar Anexo 1 - Mapas 3 y 4**).

- **Coordenadas de la corona principal:** UTM WGS 84, zona 19s, E: 211875, N: 8263701, presenta una longitud de 575 m.
- **Altura del escarpe principal:** entre 40 – 50 m (se muestra un escarpe parcialmente erosionado y cubierto por vegetación).
- **Ancho promedio de la masa deslizada:** 150 m.
- **Coordenadas del pie del deslizamiento:** UTM WGS 84, 19s, E: 211568, N: 8264205.
- **Diferencia altitudinal entre la corona y pie de deslizamiento:** 180 m.
- **Área de la masa deslizada:** ~ 15 ha.
- **Dirección de desplazamiento de la masa movilizada:** De Sureste a Noroeste.

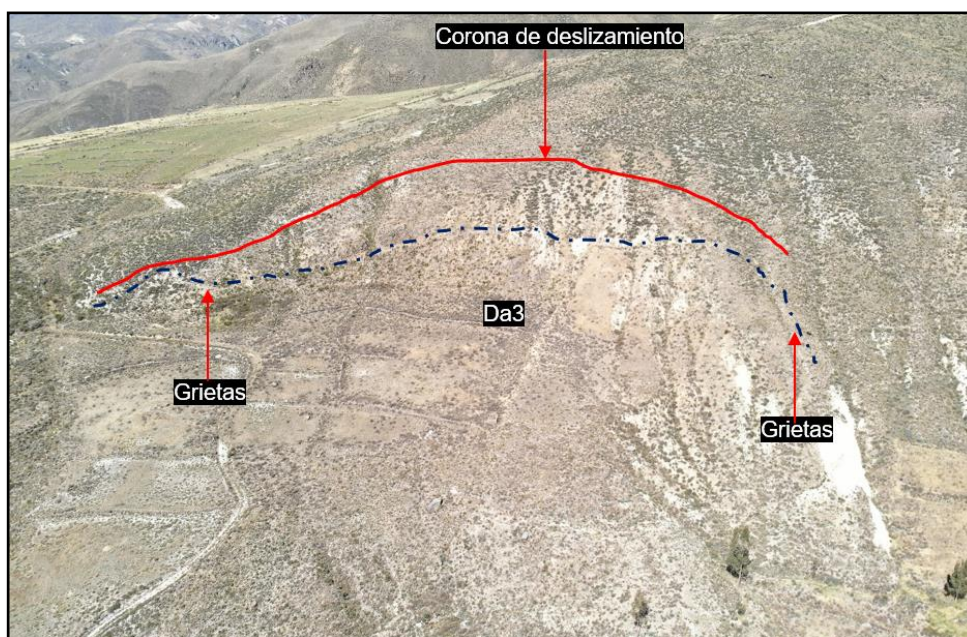


**Figura 3.** Deslizamiento antiguo Da3, informe técnico N° A7115 INGEMMET

La manifestación de grietas en el terreno, a lo largo del deslizamiento, indican la reactivación de este. Se tomaron las coordenadas de las grietas (tabla 1), las cuales se presenta alineadas, siguiendo una forma de herradura, (figura 5). Asimismo, el canal Majes Siguas el tramo 9, viene siendo afectado por el movimiento del deslizamiento Da3 y probablemente por la falla geológica que cruza el sector. (**revisar Anexo 1 – Figura 10**).

**Tabla 3.** Coordenadas de las grietas ubicas en el área evaluada.

Punto	Norte	Este
P1	8264115	211907
P2	8263906	211942
P3	8263835	211937
P4	8263705	211849
P5	8264545	211876



**Figura 4.** Grietas en el deslizamiento Da3.

Condicionantes y desencadenantes, detallado en Informe técnico N° A7115.

### Factores condicionantes

Las causas para la ocurrencia los movimientos en masa se relacionan con la litología, pendiente del terreno, presencia de agua en los materiales (rocas y suelos).

- Rocas moderadamente meteorizadas conformadas por flujos piroclásticos y flujos de lavas. Los deslizamientos antiguos en la zona han generado suelos conformados por arenas, limos y arcillas poco compactados, que permite la infiltración y retención del agua, de esta manera los terrenos son fácilmente saturados.
- La presencia de una falla geológica Chachas-Cabanaconde-Patapampa que cruza de manera transversal la quebrada Collpane, (Benavente et al.,2017).
- La pendiente de los terrenos varía, en la base es llano a inclinado suavemente (1°-5°), en parte media tiene un cambio a muy fuerte (25°-45°), (> 45°) en la base y zona media de los acantilados.
- La presencia de filtraciones de agua, principalmente las abundantes surgencias de agua, bofedales y lagunas en la parte alta de Collpane; así como también



del canal Majes, que presenta rupturas en algunos sectores. Las filtraciones de agua están saturando los terreno e inestabilizando las laderas.

### **Factores desencadenantes**

- Precipitaciones: El periodo de precipitaciones juega un rol importante en la aceleración o desaceleración del deslizamiento, principalmente cuando los valores son muy altos.
- Los movimientos sísmicos pueden gatillar los deslizamientos. Según el diseño sismorresistente, del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N°011-2006-vivienda. La zona evaluada se ubica en la zona 3, con un factor Z de 0.35. “El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. Tener en cuenta la cercanía de la falla activa Chachas-Cabanaconde-Patapampa

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### DESLIZAMIENTO ACHOMA

1. El sustrato del deslizamiento de Achoma se caracteriza por suelos de intercalaciones de limoarcillitas color pardo oscuro saturadas, niveles de areniscas no litificadas, con laminaciones paralelas y niveles de conglomerados polimícticos no consolidados, lo que hace considerar desde el punto de vista geotécnico como de mala calidad, que podrían implicar nuevos deslizamientos.
2. Desde el punto de vista geomorfológico, el área evaluada del deslizamiento de Achoma se ubica en una terraza alta aluvial. La terraza tiene una altura promedio respecto al río Colca de 110 m, con procesos erosivos y de socavamiento del río Colca al pie del deslizamiento como consecuencia de la profundización del valle. Siendo esta última característica, la que genera una mayor susceptibilidad a movimientos en masa.
3. En la actualidad se ha identificado procesos de agrietamiento en el punto UTM E: 212138, N: 8266411. Además de procesos de reptación de suelos y flujo de tierra en el punto UTM E: 212162, N: 8266420. Indicativo de que los terrenos siguen saturados.
4. Las rocas acuíferas del valle del Colca son lavas andesíticas y tobas en bloques consideradas como acuíferos volcánicos, las areniscas arcósicas y areniscas son acuíferos fisurados sedimentarios y se tiene acuíferos porosos en depósitos de la Formación Colca.
5. El área de estudio se encuentra en una Zona de **Peligro Muy Alto**. Esto es debido principalmente a las características geológicas del suelo, humedad e infiltraciones de agua en este sector, que lo hacen muy susceptible a generar procesos de movimientos en masa durante un sismo, que produciría el colapso de infraestructura en la zona, así como pérdida de terrenos de cultivo. En tal sentido, la ocurrencia de factores desencadenantes (sismos excepcionales, sismos continuos, precipitaciones intensas y/o actividad antrópica), pueden provocar el futuro agrietamientos y avance retrogresivo del deslizamiento. Informe técnico N° A7066 (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2020).
6. Prohibir la construcción de carreteras, canales de riego, caminos de herradura, la ampliación de áreas con fines agrícolas u otra actividad antrópica, dentro de una distancia de 200 m de la parte posterior de la escarpa principal del deslizamiento de Achoma. Además, se debe restringir el acceso de las personas a esta zona. Informe técnico N° A7066 (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2020).
7. Tomar en cuenta las conclusiones y recomendaciones de los Informes Técnicos A7066, “Deslizamiento de Achoma ocurrido el 18 de junio del 2020”. Distrito Achoma, provincia Caylloma, región Arequipa. Lima (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2020) y A7129, “Monitoreo del deslizamiento de Achoma”. Distrito Achoma, provincia Caylloma, región Arequipa. Lima (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2021).



## SECTOR COLLPANE

1. Litoestratigráficamente está conformada por secuencias piroclásticas de cenizas de coloración gris y flujos de lava de coloración gris oscuro, los primeros se encuentran moderadamente meteorizadas y fracturadas, por lo cual son de mala calidad y de fácil erosión. Los flujos de lava se encuentran moderadamente meteorizadas y medianamente fracturados. Producto de la meteorización se evidencian suelos residuales.
2. Los deslizamientos antiguos, han generado depósitos que se encuentran suspendidos en las laderas, que al saturarse de agua se vuelven inestables. La reactivación de los cuales está condicionada por la infiltración de agua que satura el suelo en las partes bajas de la ladera.
3. Se identificaron una serie de bofedales y lagunas en la parte alta del sector Collpane. Aguas provenientes del acuífero descrito por Peña et al, (2010); lo cual aclara, que la principal procedencia de las aguas que surgen en las laderas y piso del valle del Colca, en inmediaciones de Achoma, provienen desde las partes altas del valle. Asimismo, el incremento de surgencias de agua en la parte baja de Collpane está ligado, en menor medida, a fugas de agua a través de grietas desde el canal Majes.
4. La manifestación de grietas en la estructura del canal Majes (tramo 9) puede estar asociado a los sismos producidos por la falla activa Chachas-Cabanaconde-Patapampa (Benavente et al.,2017), el cual cruza este sector.
5. Se confirmó la reactivación del deslizamiento Da3, en su cuerpo se evidencian grietas con aperturas que varían entre 1 y 30 cm, extendidas con longitud de 500 m, siguiendo una forma de herradura, que exhibe un deslizamiento rotacional.
6. El sector Collpane se encuentra en una zona de **Peligro Muy Alto**. Esto es debido principalmente a las características geológicas del suelo, humedad e infiltraciones de agua desde las partes altas, estas condiciones hacen de las zonas inspeccionadas muy susceptible a generar procesos de movimientos en masa. Informe técnico N°A7115 (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2021). Esta zona inestable, está poniendo en riesgo la estabilidad de la infraestructura del canal de Majes en el sector.
7. Las instituciones encargadas del mantenimiento del Canal Majes, deben realizar una inspección en el canal en inmediaciones del túnel número 9. Reparar las fisuras en el canal de ser el caso. Informe técnico N°A7115 (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2021). Además de estudiar la posibilidad de realizar trabajos de drenaje y estabilización en los deslizamientos de la parte alta y monitorear la zona.
8. Tomar en cuenta las conclusiones y recomendaciones del Informe Técnico A7115, “Evaluación de peligros geológicos en los Distritos de Achoma (sector Collpane), Yanque (sector Chacapi), e Ichupampa (sectores Anansaya, Urinsaya y Linde)”. Provincia Caylloma, región Arequipa. Lima (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2021).

## 8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Cerpa L. & Paniagua M. (2009). Carta Geológica del Perú: Mapa Geológico del Cuadrángulo de Chivay, Hoja 32-s, Cuadrante I. Escala 1:50 000. Mapa publicado por Ingemmet.
- Luque, G.; Pari, W. & Dueñas, K. (2021) - Peligro geológico en la región Arequipa. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 81, 300 p., 9 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3160>
- INGEMMET. (2020). Informe Técnico N° A7066; Deslizamiento de Achoma ocurrido el 18 de junio del 2020. Distrito Achoma, provincia Caylloma, región Arequipa. 31p. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2696> .
- Geovivencias. (2020). Artículo científico número 1. Origen y respuesta al deslizamiento y embalse del río Colca en tiempos de COVID 19 (18 de junio 2020) en sedimentos del “paleo-lago Colca”, Geoparque Mundial de la UNESCO Colca y Volcanes de Andagua, Perú. 31p. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3832> .
- INGEMMET. (2021). Informe técnico N° A7129, Monitoreo del deslizamiento de Achoma. Distrito Achoma, provincia Caylloma, región Arequipa. 31p. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3088> .
- Soncco, Y., Cueva, K. y Japura, S. (2021). Evaluación de peligros geológicos en los Distritos de Achoma (sector Collpane), Yanque (sector Chacapi), e Ichupampa (sectores Anansaya, Urinsaya y Linde), INGEMMET, Informe Técnico N° A7115, 47 p.



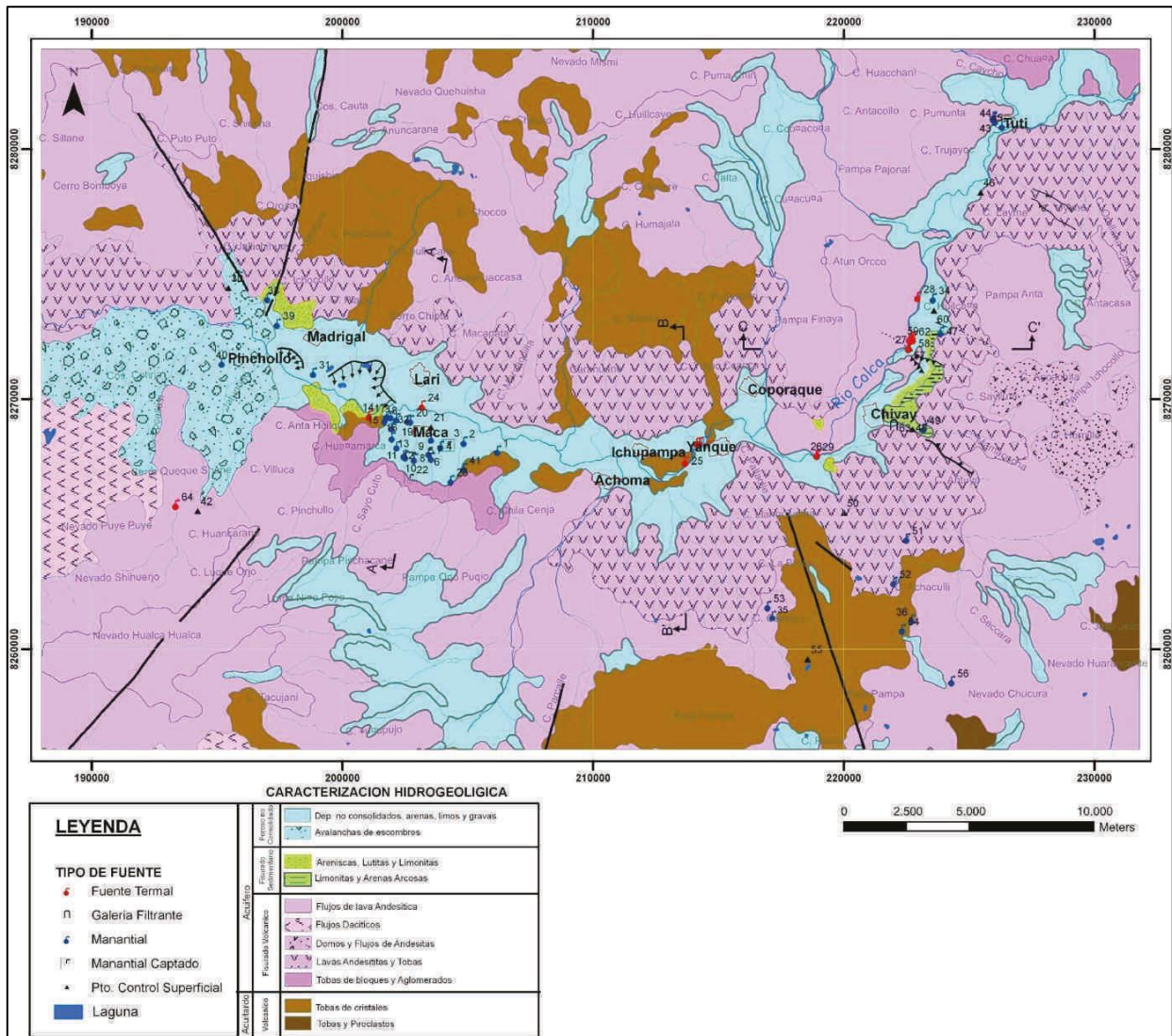
DOMINGO RAMOS PALOMINO  
Ingeniero



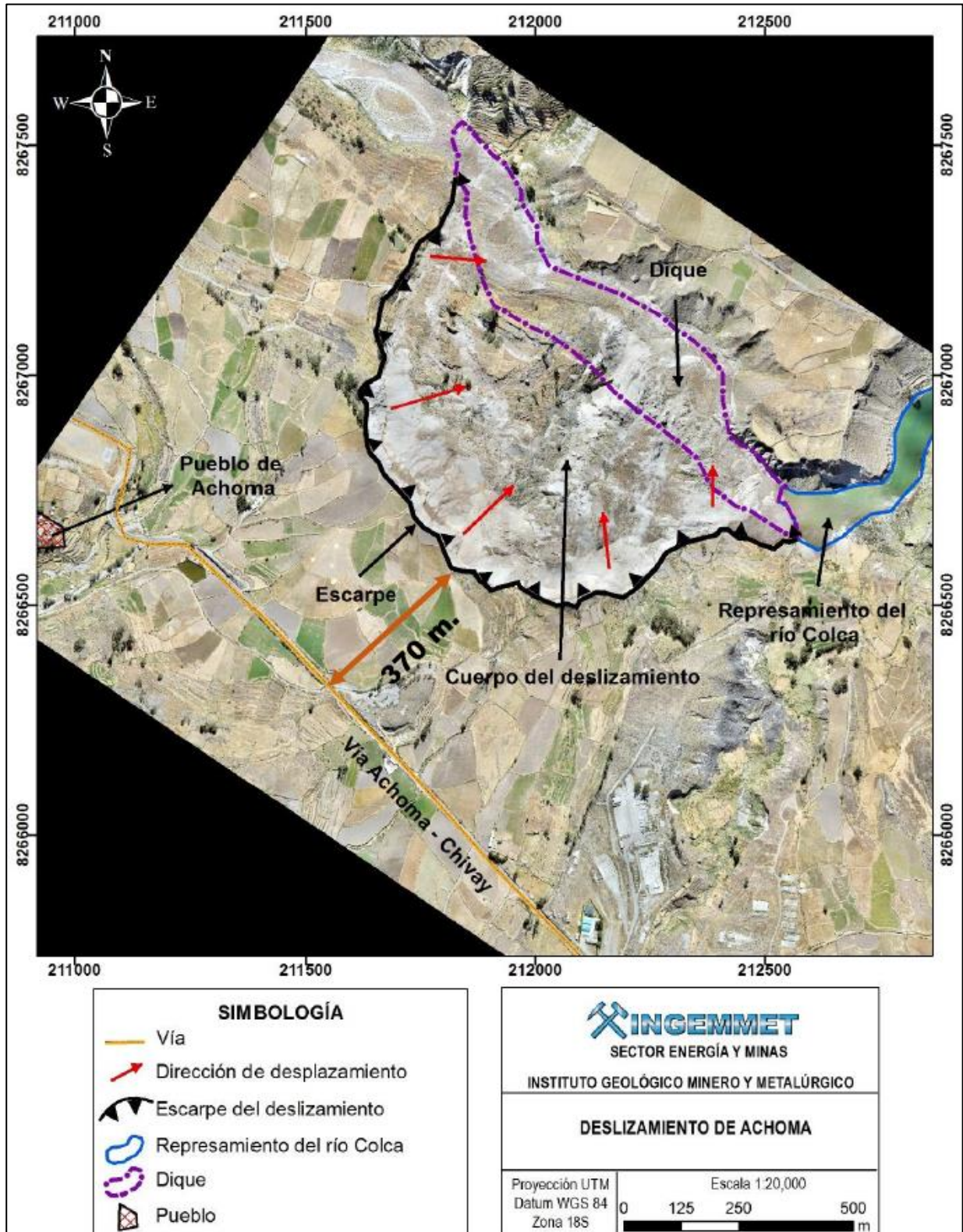
Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL  
Director  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET



**ANEXO 1: MAPAS Y FIGURAS**

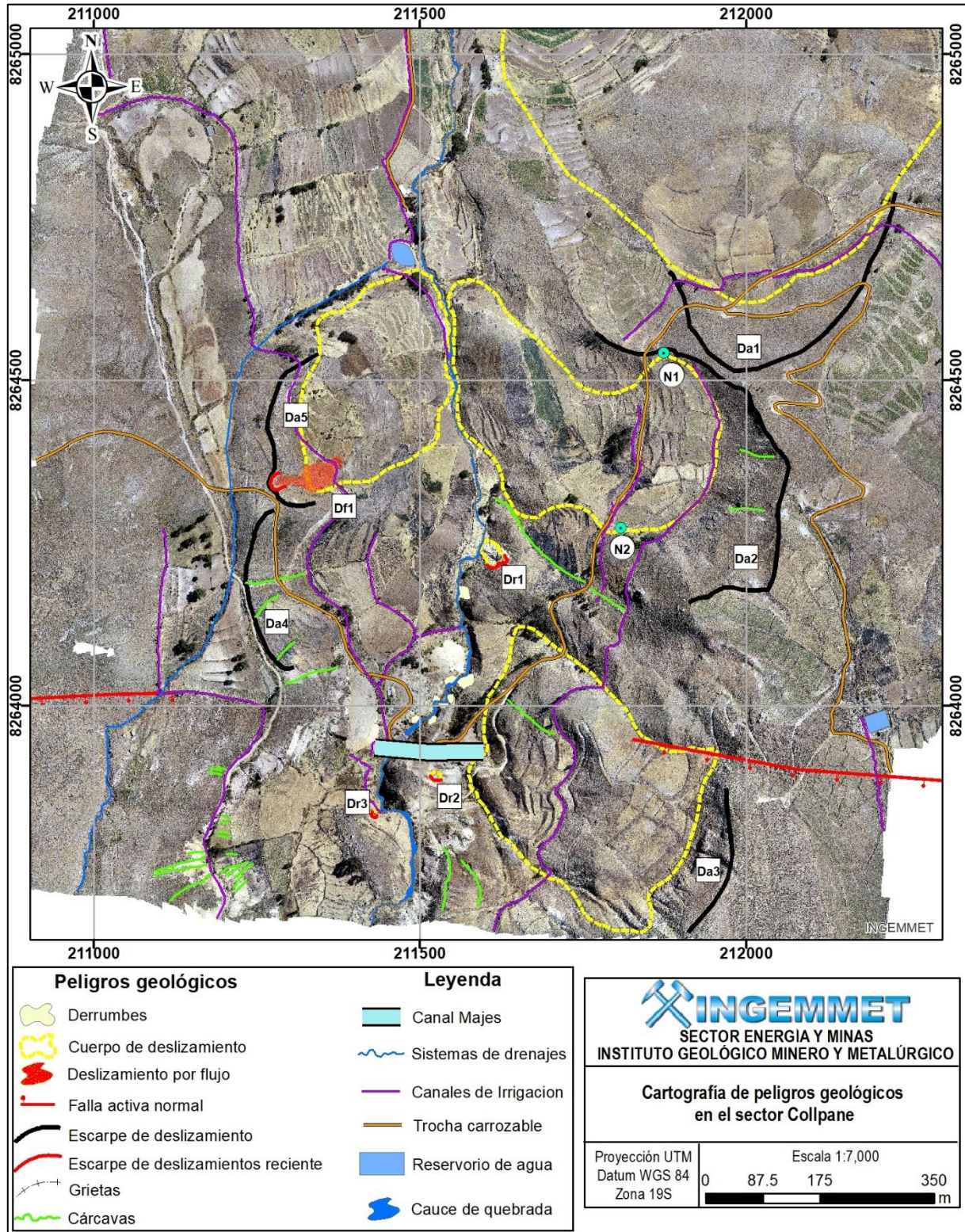


**Mapa 1.** Mapa Hidrogeológico del valle del Colca, Peña et al, (2010).



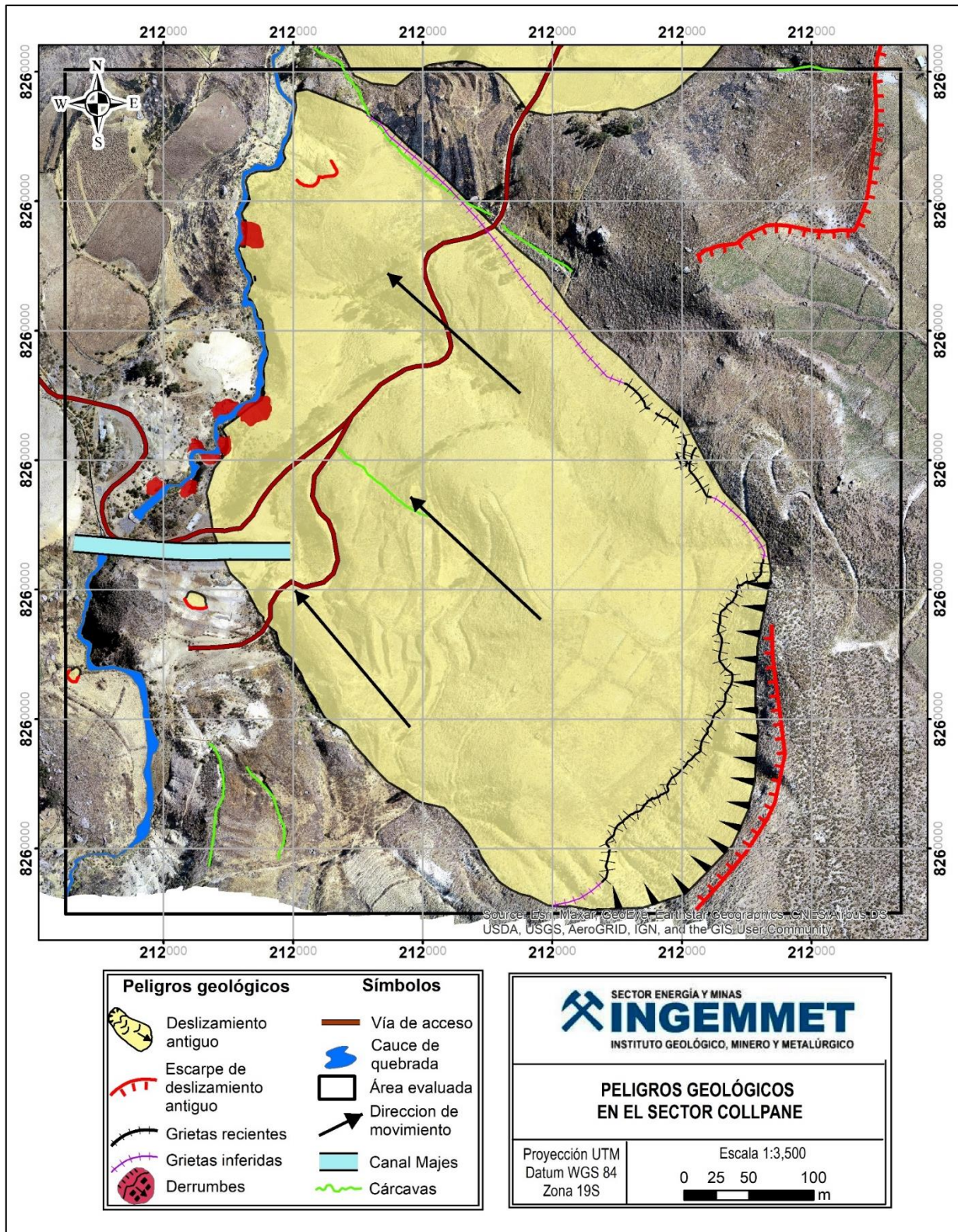
**Mapa 2.** Muestra la escarpa del deslizamiento, el dique y el represamiento del río Colca. Informe técnico N° A7066. INGEMMET (2020).





**Mapa 3.** Cartografía de peligros geológicos en el sector Collpane. Informe técnico N° A7115. INGEMMET (2021).



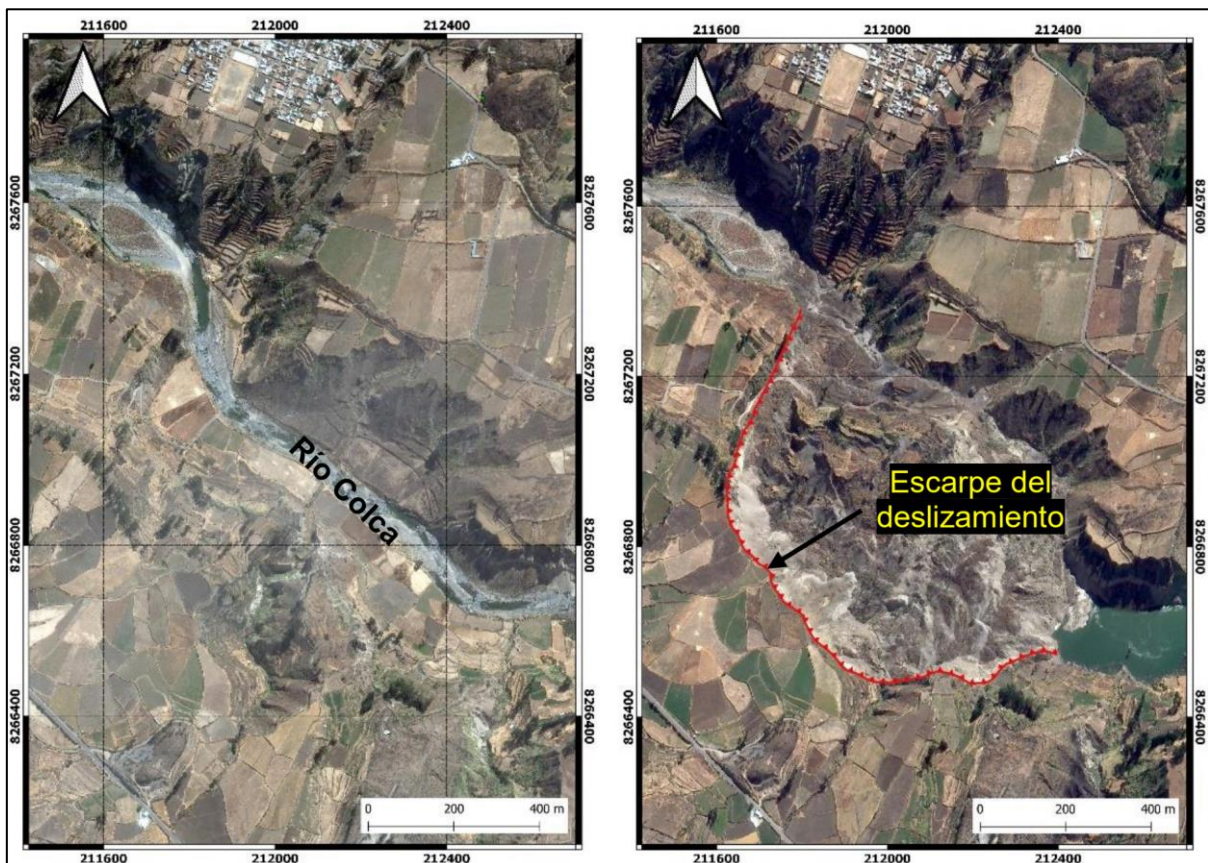


Mapa 4. Cartografía de peligros geológicos, deslizamiento etiquetado Da3.



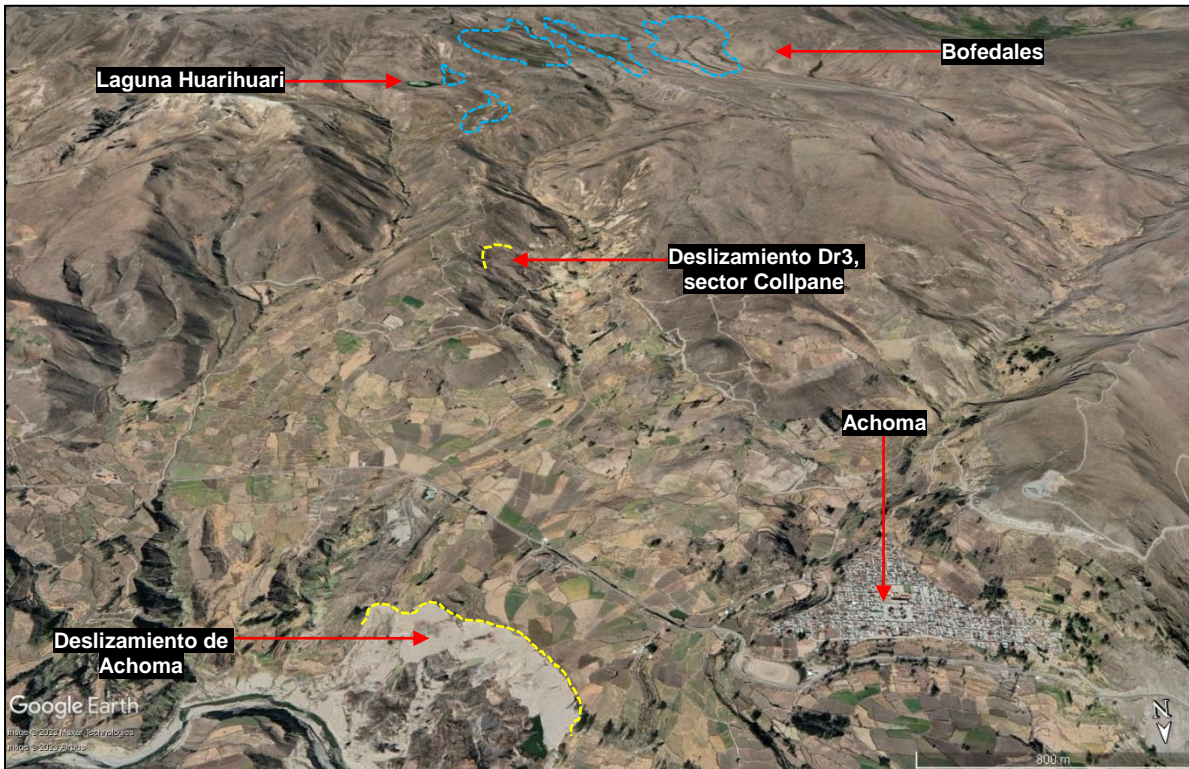


**Figura 6.** Vista al Noroeste donde se observa el deslizamiento de Achoma. (Informe técnico A7066 - INGEMMET)

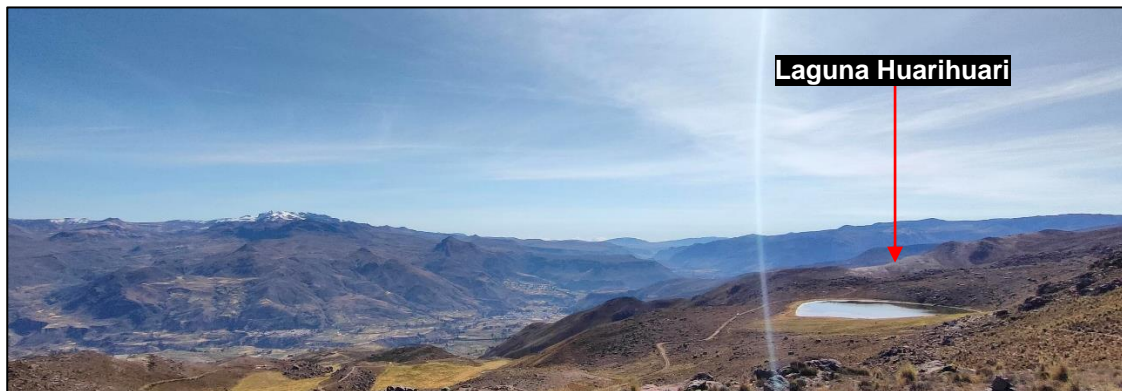


**Figura 7.** Imágenes antes y después del deslizamiento de Achoma. **Fuente:** CONIDA (Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial). (Informe técnico A7066 – INGEMMET).





**Figura 8.** Presencia de laguna Huarihuari y bofedales en la parte alta del sector Collpane



**Figura 9.** Laguna Huarihuari, coordenadas UTM E: 212472, N: 8261096



**Figura 10.** Canal Majes Sigwas, presencia de agua en tramos clausurados de canal. Informe técnico N° A7115. INGEMMET (2021).

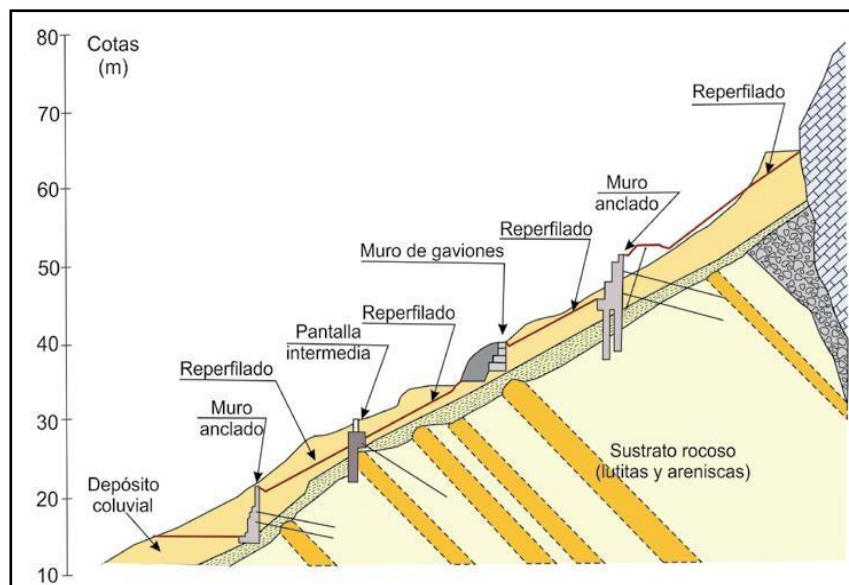


## ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DEL PELIGRO POR MOVIMIENTOS EN MASA

Mitigación de peligros por deslizamientos: Para disminuir los daños por deslizamiento, es necesario aplicar las siguientes medidas:

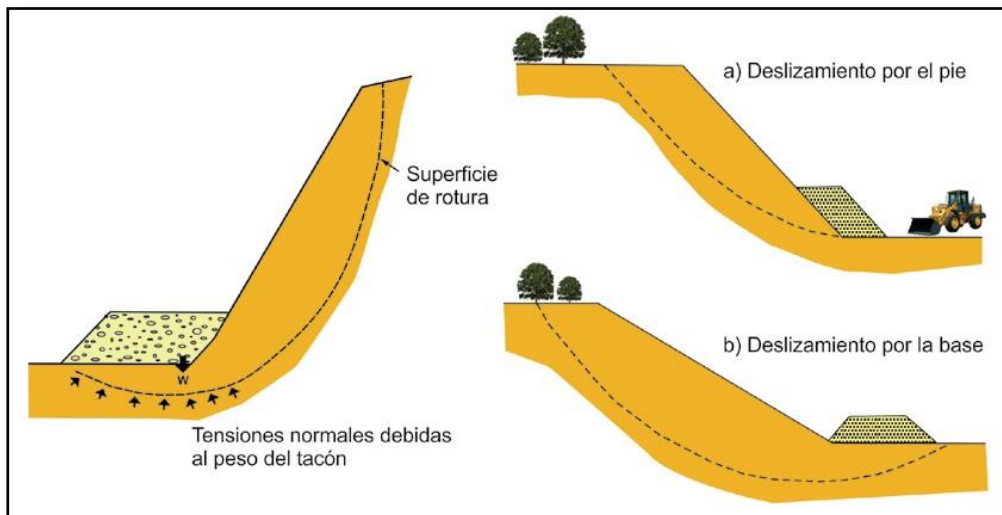
- a) En el caso de los deslizamientos no muy rápidos y poco profundos, son recomendables las obras de drenaje superficial sobre la masa deslizada que debe realizarse una vez que estas se han estabilizado (zanjas de sistema de drenaje perimetrales, en espina de pez) y la modificación de la geometría al actuar sobre dos de los factores principales que condicionan las inestabilidades. Otras medidas, como la instalación de anclajes y bulones, son recomendables en caso de inestabilidades en macizos rocosos para evitar los deslizamientos y desprendimientos de bloques; no son efectivas en deslizamientos en suelos (a no ser que se instalen sobre muros o vigas que reparan las fuerzas de forma uniforme); en este último caso son más efectivos los elementos resistentes como pilotes, muros o pantallas.

En la figura 11 se presenta un esquema de la estabilización de un extenso deslizamiento superficial en suelos residuales limo-arcillosos. Las medidas de corrección o estabilización de laderas están encaminadas a prevenir los procesos y mitigar los daños. Cabe mencionar que los deslizamientos o flujos de dimensiones importantes, incluso con velocidades muy bajas, son muy difíciles o imposibles de detener.



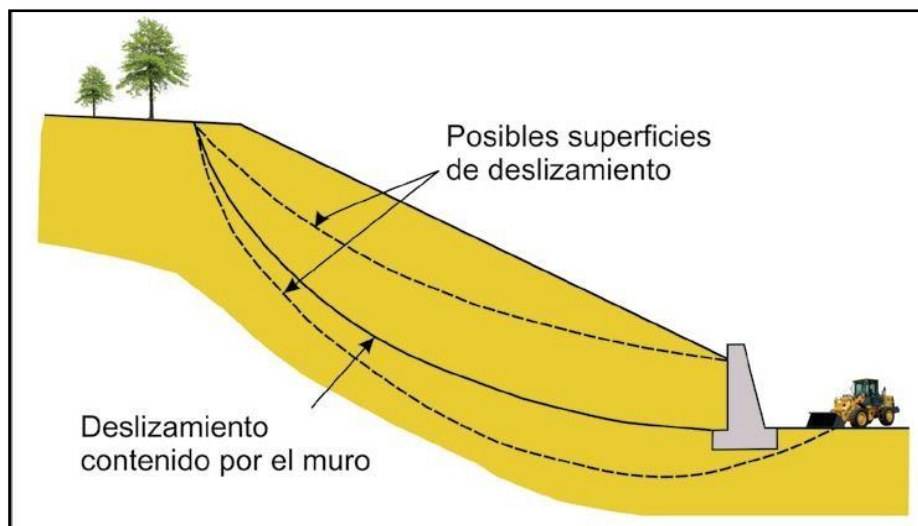
**Figura 11.** Esquema de las medidas de contención de un deslizamiento en suelo coluvial arcillo-limoso con sustrato formado por lutitas y areniscas. Rodríguez, Ortiz, 1997.

- b) Otra medida es la construcción de escolleras en el pie del talud. Puede efectuarse en combinación con el descabezamiento del talud o como medida independiente (figura 12).



**Figura 12.** Efecto de una escollera sobre la resistencia del terreno, en el pie de un talud (izquierda), colocación de escollera según el ángulo de rozamiento interno del terreno (derecha). Ayala, 2003.

- c) En ocasiones se emplean muros; para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención en el pie, como se muestra en la figura 13. Sin embargo, esta medida puede tener varios inconvenientes a la hora de la construcción ya que al excavar en el pie del talud puede favorecer la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. Además, el muro puede no ser capaz de evitar posibles deslizamientos por encima o por debajo del mismo, como se aprecia en la figura 13.



**Figura 13.** Control de un deslizamiento mediante un muro. Ayala, 2003.